

ВЛИЯНИЕ КАВИТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ НА ГЛУБИНУ УПРОЧНЕНИЯ

Осипенкова Галина Алексеевна, доц.
Пегашкин Владимир Федорович, д-р техн. наук, проф.
Малыгина Наталья Петровна
Кукина Надежда Юрьевна
E-mail: v.f.pegashkin@urfu.ru

НТИ (филиал) УрФУ
г. Нижний Тагил, РФ

Аннотация. Работоспособность и надежность узлов, агрегатов и изделий в целом определяются свойствами и состоянием поверхностного слоя деталей. Упрочнение поверхностного слоя металла позволяют решать многие важнейшие технические задачи, хотя сама по себе разработка и реализация таких технологических методов упрочнения представляет собой исключительно сложную проблему науки и производства. Одним из технологических направлений упрочнения изделий является использование электрофизикохимических методов обработки, среди которых достойное место занимают ультразвуковые технологии, позволяющие формировать совокупность требуемых эксплуатационных свойств изделий. Рассмотрено влияние ультразвукового воздействия на твердость поверхностного слоя меди марки М1, алюминия АД31 и определение оптимальных режимов ультразвуковой обработки, позволяющих повысить поверхностную твердость деталей. Получена математическая модель зависимости глубины упрочнения поверхностного слоя от режимов обработки.

Ключевые слова. Упрочнение, ультразвуковая обработка, кавитация.

Анализ литературных источников показывает, что работоспособность и надежность узлов, агрегатов и изделий в целом определяются свойствами и состоянием поверхностного слоя деталей [1].

Упрочнение поверхностного слоя металла позволяют решать многие важнейшие технические задачи, хотя сама по себе разработка и реализация таких технологических методов упрочнения представляет собой исключительно сложную проблему науки и производства [2].

Одним из технологических направлений упрочнения изделий является использование электрофизикохимических методов обработки, среди которых достойное место занимают ультразвуковые технологии, позволяющие формировать совокупность требуемых эксплуатационных свойств изделий [2].

Целью настоящей работы является изучение влияния ультразвукового воздействия на твердость поверхностного слоя меди марки М1, алюминия АД31 и определение оптимальных режимов ультразвуковой обработки, позволяющих повысить поверхностную твердость деталей.

На рис. 1 представлена предлагаемая схема УЗО [3]. В концентраторе 5 имеется отверстие с резьбой 1. В отверстие вкручивается деталь 3. Деталь погружается в среду 2 (ПАВ, масло) в ультразвуковую ванну 4 на регулируемую глубину относительно поверхности среды.

Ультразвуковые продольные колебания создают процесс кавитации в среде, вследствие чего деталь и среда совершают сложное колебательное движение.

Приспособление работает следующим образом: ультразвуковые продольные колебания с частотой 18000 Гц и амплитудой 12 мкм, создаваемые преобразователем, поступают на концентратор. Концентратор, являясь элементом колебательной системы, обеспечивает необходимую амплитуду колебаний на заданной резонансной частоте и передает колебания обрабатываемым деталям. Ультразвуковые продольные колебания создают

процесс кавитации в среде, вследствие чего деталь и среда совершают сложное колебательное движение.

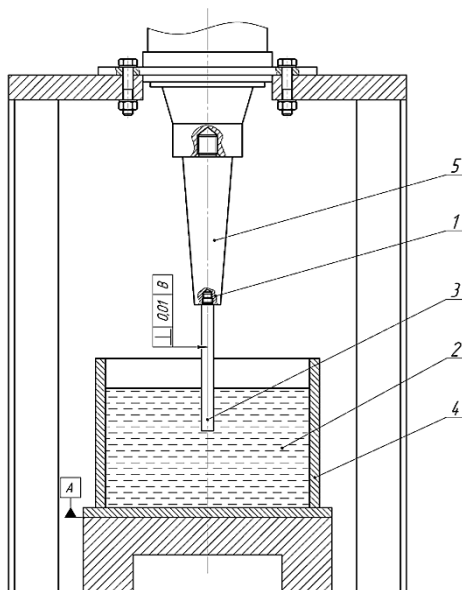


Рис. 1. Установка для создания ультразвуковых продольных колебаний на поверхность металла в режиме кавитации:
1 – отверстие в концентраторе 2 – среда, 3 – деталь,
4 – ванна, 5 – концентратор

На основе регрессионного анализа экспериментальных данных была получена математическая модель зависимости глубины упрочнения поверхностного слоя от режимов обработки:

$$h = e^{1,6} \cdot \frac{C^{0,085}}{A^{0,006} \cdot T^{0,011} \cdot t^{0,038}}, \quad (1)$$

где A – амплитуда ультразвуковых колебаний, мкм; T – температура среды, °C; C – характеристика среды; t – время воздействия, мин.

Зависимости глубины упрочнения поверхностного слоя от режимов обработки показаны на рис. 2–4.

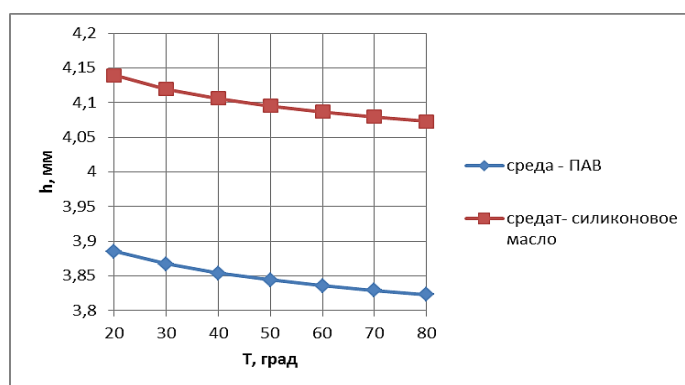


Рис. 2. Графики зависимостей глубины упрочнения от температуры среды при режимах:
 $A = 40$ мкм; $t = 15$ мин

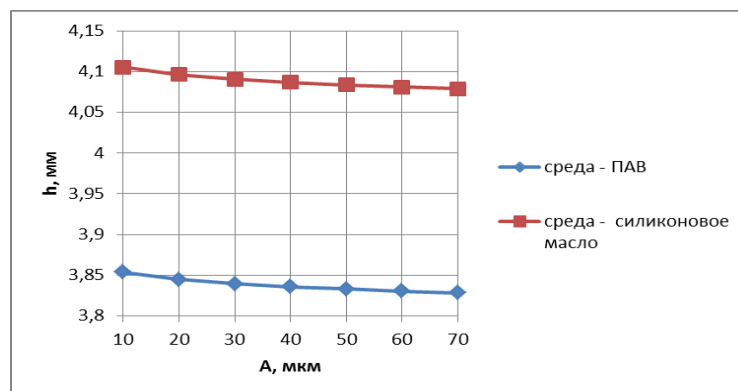


Рис. 3. Графики зависимостей глубины упрочнения от амплитуды ультразвуковых колебаний при режимах: $T = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$; $t = 15\text{ мин}$

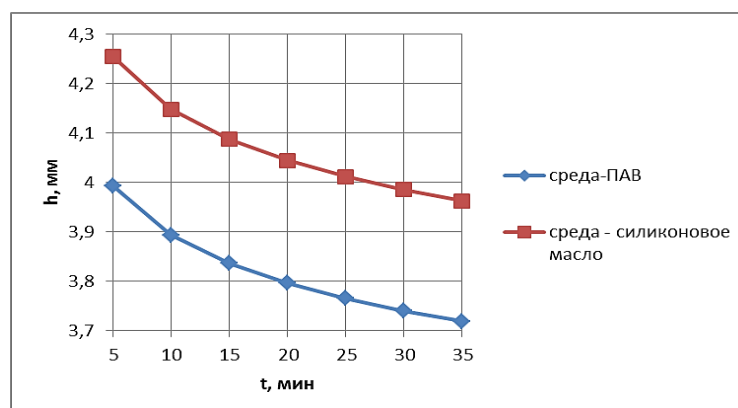


Рис. 4. Графики зависимостей глубины упрочнения от времени воздействия при режимах: $A = 40\text{ мкм}$; $T = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$

Выводы:

- средняя глубина упрочнения поверхностного слоя составила 0,79 мм;
- глубина упрочнения уменьшается с увеличением амплитуды ультразвуковых колебаний, температуры среды и времени воздействия;
- наибольшее влияние на глубину упрочнения оказывает среда. Использование силиконового масла в качестве среды дает большую глубину упрочнения.

Библиографический список

1. Фатюхин, Д. С. Ультразвуковые технологии повышения эксплуатационных свойств изделий транспортного машиностроения: дис. ... д-ра техн. наук / Д. С. Фатюхин. – Москва : Московский государственный автомобильно-дорожный институт, 2014. – 542 с.
2. Поляк, М. С. Технология упрочнения. Технологические методы упрочнения. В 2 т. Т. 2. / М. С. Поляк – Москва : Машиностроение, 1995. – 688 с.
3. Осипенкова, Г. А. Влияние кавитационной обработки на шероховатость поверхности / Г. А. Осипенкова, В.Ф. Пегашкин, Л. А. Левская, Н. П. Малыгина // Молодежь и наука : материалы международной научно-практической конференции (22 мая 2015 г., г. Нижний Тагил) в 2 т. Т. 1. – Нижний Тагил : НТИ (филиал) УрФУ, 2015. – С. 112–114.